Progress Notes **Canadian Wildlife Service**

Disponible également en français

Progress Notes contain timely data and conclusions and are presented as a service to other wildlife biologists and agencies.

No. 168, May 1987

Interim report on waterfowl breeding pair surveys in northern Ontario, 1980–83

by R.K. Ross[1]

Abstract

The methodology used for an extensive helicopter survey of breeding waterfowl in the Shield and clay belt regions of northern Ontario is described, together with the interim results of that survey. In the Precambrian Shield, the survey employed a double-systematic sampling design using 25 quadrats (2 × 2 km each) as the basic units, laid out over each of the selected blocks of 100 × 100 km on the Universal Transverse Mercator grid. Total waterfowl densities in the six blocks examined were fairly constant (approximately one indicated pair per square kilometre) although the estimates for individual species were more variable. Wetland occupancy and wetland density were also variable and acted together in a compensatory manner. Analysis of co-occurrence of species on the survey plots showed a basic division between dabbling and diving ducks, associated with their preferences for different depths of water. The Mallard (*Anas platyrhynchos*) and Black Duck (*A. rubripes*) occurred in different sub-groups, reflecting the much more restricted habitat occupied by the Mallard at present. Comparisons with surveys in 1972–73 are also made.

Introduction

The distribution and abundance of waterfowl in northern forested regions, particularly the boreal forest, have attracted little study until recently. Breeding densities have been considered low (Wellein and Lumsden 1964) and, because of the perceived static nature of the habitat, populations were thought to be stable. The operational hazards of low-level flying in eastern boreal Canada were also a deterrent to the execution of detailed surveys. Consequently, the standardized North American surveys run annually since 1955 to provide forecasts of fall waterfowl populations for the purpose of setting hunting regulations in the USA have been limited to large-scale aerial transects in the prairies and western boreal region (Voelzer *et al.* 1982). These surveys produce indices which can only detect and track fluctuations in western stocks of abundant species. The data from forested regions have proven to be very difficult to interpret for species with low survey efficiencies (i.e., hard to detect), such as the American Black Duck (*Anas rubripes*) and Green-winged Teal (*A. crecca*) (Chamberlain and Kaczynski 1965; Dennis 1974a). A better understanding of waterfowl distribution in northern Ontario and Quebec is required because the vastness of this region makes its overall contribution to continental stocks highly significant. The lack of quantitative information on eastern-breeding waterfowl has led to management decisions which have relied too much on information from the prairies.

Northern Ontario has been estimated to support 84% (approximately 2 million potential breeders) of the waterfowl breeding in the province Waterfowl management (plan for Ontario 1984). This rough figure has been based on limited local studies (e.g., Hansen *et al.* 1949; Dennis 1974b) and educated guesses. To confirm the importance of waterfowl breeding in the region, I developed a survey methodology (Ross 1985) and started a large-scale, but detailed, breeding pair survey. This work, patterned on a study by Haapanen and Nilsson (1979) in northern Scandinavia, aims not only to determine population estimates and distribution patterns but also to elucidate habitat preferences and examine waterfowl community structures throughout the region. The survey area covers all of the boreal forest in Ontario together with those sectors of the Great Lakes–St. Lawrence forest (Rowe 1977) on the Precambrian Shield that have strong boreal elements (see Fig. 1). In this interim report, the numbers of waterfowl on four survey blocks extending from Huntsville northwest to Fort Hope on the exposed Precambrian Shield are compared with those from two survey blocks centred mostly on the clay belt. Data on the ecologically similar Common Loon (*Gavia immer*) are also included.

Methods

Survey regions

Northern Ontario was divided into two survey regions: (a) the Precambrian Shield including the clay belt, and (b) the Hudson Bay Lowlands. So far, operational surveys have been restricted to the former area. Survey plots (2 × 2 km) have been laid out throughout this region in a two-stage systematic design following the Universal Transverse Mercator (UTM) mapping grid, which divides the region into blocks of 100 km per side (convergences ignored). An initial block was arbitrarily selected to be the one (Code 15-U-VE) covering part of Lake-of-the-Woods. Then every second block in either direction was designated for coverage as long as it fell completely within the boundaries formed by provincial and international borders and the edge of the Precambrian Shield (as in Rowe 1977). Plots were then set out in each of the 13 designated blocks (Fig. 1) in a grid starting at the southwest corner of each block, and every 20 km to the north and east, making 25 per block. Where local surveys were needed for other studies, such as the acid rain investigation, blocks other than those designated were surveyed using the same format.

Field procedure

The methodology detailed in Ross (1985) is summarized briefly below. The surveys were undertaken from a Bell 206 B helicopter equipped with a range extender on the main fuel tank and bubble windows on the back doors. These windows allowed the observers to extend their heads approximately 25 cm outside the original body of the aircraft so that visibility was greatly increased.

[1]CWS, Ontario Region, Ottawa, Ont. K1A 0E7.

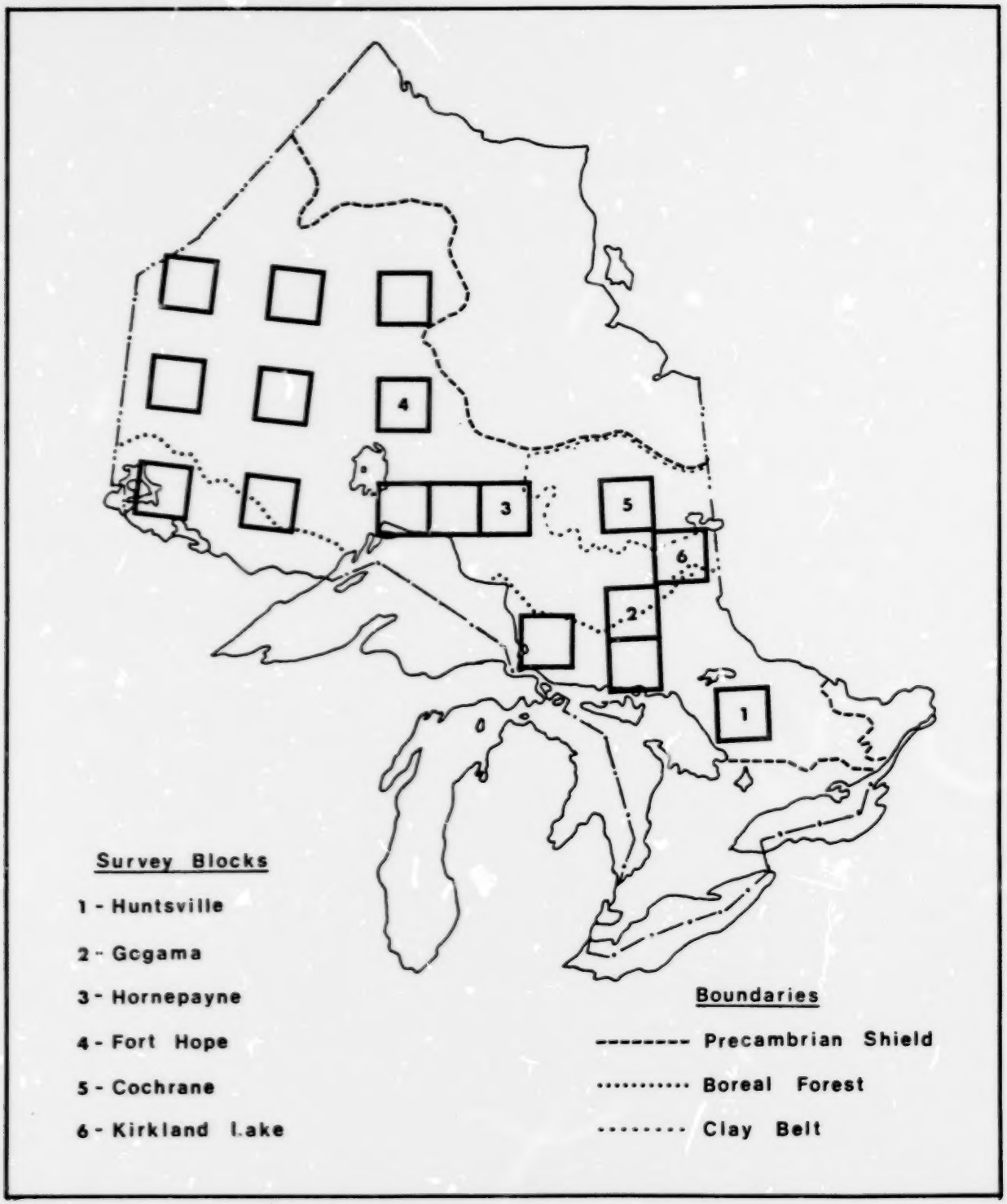
Canada

Environment Canada Environnement Canada

Canadian Wildlife Service Service canadien de la faune

87-05508/

Figure 1
Map of Ontario showing habitat boundaries and locations of waterfowl survey blocks in the Precambrian Shield



An observer sitting in the front passenger seat of the helicopter acted as navigator and data recorder and alerted the other observers when birds were spotted. These observers sat at the back of the aircraft by each window and notified the navigator of waterfowl sightings through an intercom system. The species, sex, number, and exact location of all birds seen were recorded directly on acetate-covered aerial photographs on which the boundaries of the plots were drawn. The aircraft passed over all wetland habitat within each study plot at altitudes as low as 20 m above the ground, at speeds ranging from a hover to 100 km/h. Multiple passes were made over some wetlands where the presence of birds was suspected or where the sex and species of the birds could not be ascertained on the first pass. Because the wetlands on the Ontario Shield are usually small and clearly bounded, total coverage of the appropriate habitat was obtained by following the shorelines, and no transects were employed.

For this study, a wetland was defined as any body of open water visible on an aerial photograph (scale 1:15 840). The latest available photographs were used, although these may have been as much as 10 years old. Individual bodies of standing water (lakes, ponds, sloughs) were usually easily identified. Where they were irregularly shaped or occurred in a series along a drainage line, each was delimited by the presence of a clearly visible outlet stream. Streams and rivers were usually treated as separate wetlands unless very small, in which case they were considered part of the nearest lake or pond with which they were associated. Small interconnecting streams were divided among the associated standing water bodies. Occasionally wetlands had been changed and, in some cases, new ones created by beaver activity since the photographs had been taken; a note of any changes was made, and the new shoreline was sketched on the aerial photos during the survey.

Timing

Surveys were undertaken during a limited period or "survey window" when most of the local breeders had started nesting. This period begins when the migrants have passed through the area and before the desertion by the males during incubation (as in Dzubin 1969 and Dennis 1974a). The extent of this period in northern Ontario is not well known because no detailed phenological studies have been made there. For this survey, I used a conservatively short period of two weeks starting one week after the smallest wetlands (<10 ha) were free of ice, which normally occurred in early to mid-May. Particular care in the timing must be taken in the more northerly blocks because of the later breeding period and the greater chance of migrants heading farther north being stalled there by bad weather. As only one survey flight was made, it was not always possible to sample each species within its ideal window. Population density estimates for late-nesting species, particularly the Ring-necked Duck (*Aythya collaris*) may be less precise, because these species nest almost one month after most other species, although their actual migration appeared to be complete before the survey flights.

Surveyed years of the six blocks examined in this note are as follows: Hornepayne — 15, 16 May 1980; Huntsville — 5, 6 May 1981; Gogama — 8, 10 May 1981; Cochrane — 19 May 1982; Kirkland Lake — 22 May 1983; Fort Hope — 26, 27 May 1983.

Coverage

Because of restrictions imposed by the short survey window and a limited budget, only 4–6 blocks could be covered each year. The 13 designated blocks and 4 extra blocks were surveyed between 1980 and 1984 inclusive (see Fig. 1).

Analysis

Results are expressed in numbers of "indicated pairs" per species, which for dimorphic waterfowl are derived from observation of the numbers of lone males, pairs, and males in flocks of five males or fewer (as in Dzubin 1969). As the sex of the Black Ducks could not usually be determined in the field, indicated pair estimates were made using the observed sex ratios of the closely related Mallard (*Anas platyrhynchos*), as in Dennis (1974a). To do this, the following multiple regression was developed using all breeding pair survey data available for Ontario wetlands where Mallards were found.

$$Y = 0.0700 + 0.632\,X_1 + 1.1166\,X_2 + 0.7398\,X_3$$

$$R^2 = 0.9577,\ p < 0.00001$$

where Y = number of indicated pairs of Mallards
X_1 = number of lone Mallards
X_2 = number of flocks of two Mallards
X_3 = number of Mallards in flocks between 3 and 10

Indicated pair figures for Black Ducks can then be produced by substituting Black Duck sighting information for Mallard sighting information in the equation. Wetlands which had no Black Ducks ($X_1 = X_2 = X_3 = 0$) were assumed to have no indicated pairs ($Y = 0$); in other words, the equation was not employed under these circumstances.

The Common Loon is also monomorphic. Because these birds are very strongly territorial, indicated pairs were determined from the presence of either a single bird or a pair in close proximity. For Canada Geese (*Branta canadensis*), indicated pairs were counted for each single, pair, or flock of three; larger flocks were ignored, because they were likely to consist largely of pre-breeders, one and two years old.

Breeding densities are expressed as the number of indicated pairs per 100 km^2, accompanied by an estimate of standard deviation generated using a formula developed by G.E.J. Smith for systematic samples (see App. 1).

Results

Breeding densities in the six survey blocks are shown in Tables 1 and 2 (see Fig. 1 for locations). Four blocks are situated on the exposed Precambrian Shield along a northwest-southeast axis. Two of these (Huntsville and Gogama) lie primarily in the Great Lakes–St. Lawrence forest habitat (Rowe 1977), while Hornepayne and Fort Hope are set in boreal forest. The Cochrane block is located entirely in the boreal clay belt, while the Kirkland Lake block covers both boreal (clay belt and exposed Shield) and Great Lakes–St. Lawrence (little clay belt).

Table 1
Waterfowl community parameters for six survey blocks in northern Ontario

	Great Lakes–St. Lawrence		Boreal Precambrian		Mixed	Boreal Clay Belt
	Block 1 Huntsville	Block 2 Gogama	Block 3 Hornepayne	Block 4 Fort Hope	Block 6 Kirkland L.	Block 5 Cochrane
Total waterfowl breeding density (indicated pairs/100 km^2)	99.8	97.4	107.8	75.0	89.4	82.2
Indicated pairs per wetland	0.69	1.07	1.40	0.84	0.85	1.35
No. of wetlands/100 km^2	144	91	77	89	106	61
Percentage of occupancy of wetlands	33.3	39.6	55.8	36.0	33.3	49.2
Total no. of species	9	8	11	9	10	10
Diversity	1.84	1.87	2.08	1.91	2.08	1.99
Evenness	0.84	0.90	0.87	0.87	0.90	0.87

Table 2
Breeding density by species of ducks, geese, and loons in six survey blocks in northern Ontario, in May 1980–83.

	Great Lakes–St. Lawrence				Boreal Precambrian				Mixed		Boreal Clay Belt	
	Block 1 Huntsville		Block 2 Gogama		Block 3 Hornepayne		Block 4 Fort Hope		Block 6 Kirkland L.		Block 5 Cochrane	
	IP*	SD	IP	SD	IP	SD	IP	SD	IP	SD	IP	SD
Common Loon (*Gavia immer*)	11.0	4.34	21.0	5.04	17.0	4.65	16.0	6.02	9.3	3.1	2.0	1.36
Canada Goose (*Branta canadensis*)	—	—	—	—	—	—	4.0	1.93	—	—	1.0	0.79
Wood Duck (*Aix sponsa*)	1.0	0.96	—	—	—	—	—	—	0.9	1.03	1.0	1.11
Green-winged Teal (*Anas crecca*)	4.0	2.36	2.0	1.47	4.0	1.76	4.0	2.22	6.5	3.46	4.0	2.67
American Black Duck (*Anas rubripes*)	30.8	6.71	18.4	5.34	23.8	7.71	3.0	2.06	12.6	3.69	10.2	2.83
Mallard (*Anas platyrhynchos*)	14.0	4.94	5.0	2.61	6.0	2.78	10.0	3.20	15.7	3.93	21.0	8.83
Mixed pairs (Mallard–Black)	—	—	2.0	1.37	1.0	1.11	—	—	0.9	0.89	—	—
Blue-winged Teal (*Anas discors*)	3.0	2.22	—	—	2.0	1.47	—	—	4.6	3.68	6.0	5.64
American Wigeon (*Anas americana*)	—	—	—	—	1.0	0.96	—	—	1.9	1.46	—	—
Ring-necked Duck (*Aythya collaris*)	19.0	7.73	27.0	9.81	21.0	6.44	15.0	5.64	19.4	6.71	18	9.76
Common Goldeneye (*Bucephala clangula*)	—	—	14.0	3.93	19.0	4.82	11.0	7.23	7.4	3.5	11.0	3.60
Bufflehead (*B. albeola*)	2.0	1.47	6.0	4.38	7.0	4.45	1.0	1.11	—	—	—	—
Hooded Merganser (*Lophodytes cucullatus*)	16.0	5.64	14.0	5.73	8.0	3.81	—	—	11.1	5.19	4.0	2.08
Common Merganser (*Mergus merganser*)	10.0	3.56	9.0	2.67	12.0	3.34	22.0	8.95	8.33	4.13	6.0	2.42
Red-breasted Merganser (*M. serrator*)	—	—	—	—	3.0	2.89	5.0	4.52	—	—	—	—
Total waterfowl	99.8	19.49	97.4	19.65	107.8	21.32	75.0	19.24	89.4	20.91	82.2	26.57

Community characteristics

Total waterfowl densities (Table 1) were generally low, with proportionally high standard deviations, yet were quite similar among the blocks. The most northerly block (Fort Hope) showed the lowest density, although this was not statistically different from the other communities. There was little difference in community evenness (Pielou 1966) among the blocks, which indicates a common form of the species abundance distribution, not unexpected given the broad similarity of the habitats. Waterfowl diversity (Shannon-Weiner) and number of species showed more variability, with the higher values being associated with blocks either straddling or lying near

the boundary between clay belt and exposed Shield (Hornepayne and Kirkland Lake).

Greater ranges were evident in the measures of percentage of occupancy of wetlands, number of wetlands per block, and number of indicated pairs per wetland. There is a significant negative correlation between wetland numbers and percentage of occupancy ($R_s = -0.84$, $p < 0.05$). The importance of this relationship can only be assessed through a more detailed habitat study which is at present under way. It appears that the numbers of those wetlands suitable for supporting waterfowl are more constant than the total numbers of wetlands in each block.

Species accounts

The Common Loon was moderately common on the Shield blocks, particularly on the larger lakes; the most were seen on the Gogama block (21 pairs/100 km^2) and the fewest on the Huntsville block (11 pairs/100 km^2). The loon was much less numerous in the clay belt.

The Canada Goose was encountered in small numbers only in the most northerly blocks closest to the Hudson Bay Lowlands (Fort Hope, Cochrane).

Single pairs of Wood Ducks (*Aix sponsa*) were recorded in the Huntsville, Kirkland Lake, and Cochrane blocks. The sightings in the last two blocks were north of the recorded breeding range (Godfrey 1986).

The Green-winged Teal was noted infrequently but fairly uniformly throughout the six blocks and was usually found in older swamps which contained many dead and fallen trees.

The American Black Duck was among the most common ducks recorded in the three eastern Shield blocks; counts were much lower in the Fort Hope block, which lies closer to the northwestern edge of the range. There were fewer in the clay belt blocks than in the eastern Shield.

The Mallard was more common than the Black Duck in the Fort Hope and clay belt blocks but much less common than the Black Duck in the three eastern Shield blocks. Possible mixed pairs (Black-Mallard) were recorded in three blocks (Gogama, Hornepayne, Kirkland Lake).

The Blue-winged Teal (*Anas discors*) was noted in small numbers in two Shield blocks (Huntsville, Hornepayne) and in both the clay belt blocks. It appeared to be more common in the clay belt, probably as a result of the greater extent of cultivated land.

The American Wigeon (*A. americana*) was noted in the Hornepayne and Kirkland Lake blocks, only in the most productive habitat and always in the company of other waterfowl.

The Ring-necked Duck was among the most abundant waterfowl in all blocks and occurred in a wide range of habitats. Standard deviation estimates were higher than most as this species usually gathered in pre-nesting flocks.

The Common Goldeneye (*Bucephala clangula*) was moderately common in all blocks except Huntsville, where it was not seen. It appeared to be slightly less common in the clay belt than in the Shield.

The Bufflehead (*B. albeola*) was uncommon, being found only in the Shield blocks.

The Hooded Merganser (*Lophodytes cucullatus*) was recorded in moderate numbers in the Huntsville block. Breeding densities declined steadily ($R_s = -0.9$; $p < 0.05$) the more northerly and westerly the block. None were recorded in the Fort Hope block.

The Common Merganser (*Mergus merganser*) was moderately common in the three eastern Shield blocks and slightly less so in the clay belt. Many more were seen in the Fort Hope block, although the standard deviation of the estimate was very high.

The Red-breasted Merganser (*M. serrator*) occurred in small numbers in the two most westerly blocks, always associated with larger lakes.

Species associations

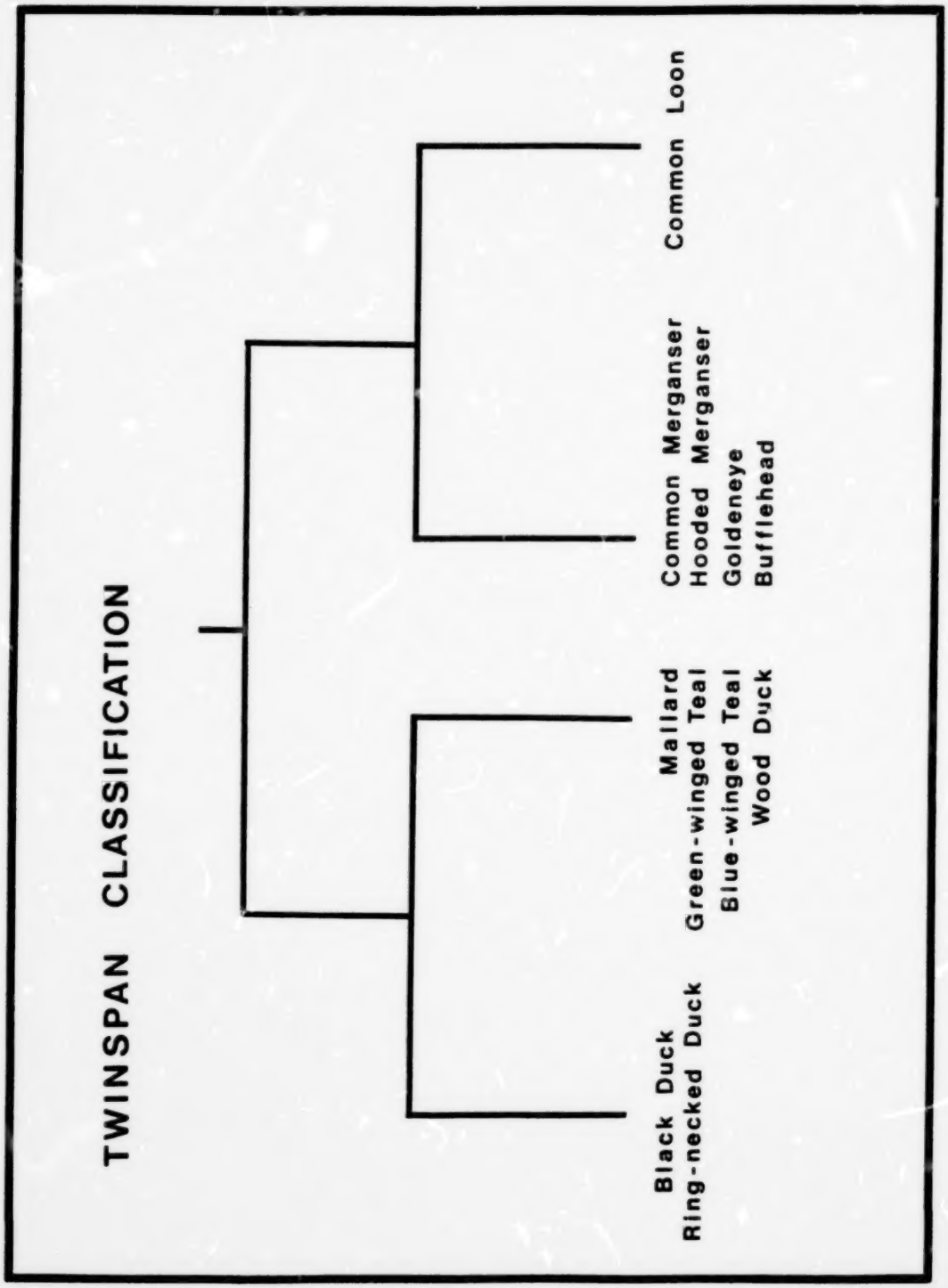
The relationships among the co-occurrences on survey plots of the ten most common waterfowl species together with the Common Loon were examined through a two-way indicator species analysis (TWINSPAN, Hill 1979). This procedure produced an ordered two-way table (App. 2) in which the plots were assembled according to their degree of waterfowl community similarity as determined by reciprocal averaging. Based on this ordination, the species were aligned according to their degree of co-occurrence and hence ecological similarity. (The results are summarized in Fig. 2.) Not unexpectedly, the species separated essentially into divers and dabblers. Although habitat analysis is not yet complete, it appears that this division reflects the preference of the divers for deeper lakes and that of the dabblers for shallow lakes with beds of emergent vegetation. A further division occurs in the diver group between the Common Loon and the *Mergini* tribe, probably based on the loon's preference for larger water bodies. Within the dabbler and bay-duck group, the Ring-necked Duck and Black Duck split off from the others, as they use a wider range of habitats. (See distribution of occurrences in App. 2.) The two teal, Mallard, and Wood Ducks form a separate sub-group with more limited ecological preferences. It is noteworthy that the Mallard and Black Duck are in different sub-groups, the latter occupying a much wider range of habitats at present, although some Mallards occurred in habitats where Black Ducks were not found (App. 2); many of these wetlands were influenced by agricultural activities.

Discussion

This survey has shown that waterfowl in general breed in a fairly constant but low density (approximately one indicated pair per square kilometre) across those exposed Shield and clay belt areas examined up to now. Overall percentage of occupancy and wetland density were much more variable, but together they acted in a compensatory manner to produce overall uniformity in breeding density, even though densities of individual species could vary considerably.

Table 3 compares these results with previous work in the Shield and clay belt undertaken by Dennis (1974b), who made a ground survey of a stratified sample of accessible plots (one half-mile square each). To provide comparable figures from the present survey, the clay belt values have been obtained by averaging those for the Kirkland Lake and Cochrane blocks, while the Shield values have been derived

Figure 2
TWINSPAN classification of the more common waterfowl species in northern Ontario according to ecological similarity (based on co-occurrence on survey plots)



from means of the Gogama and Hornepayne blocks. In the case of the clay belt, the total waterfowl breeding density value was 55% higher during the earlier survey, owing in part to the high counts of Black Ducks, a species which has declined significantly in recent years. The other major decreases occurred in American Wigeon and Common Goldeneye, which have not shown widespread population declines. The Common Goldeneye can be counted with equal efficiency from the air or the ground (Ross 1985); the American Wigeon, while not tested in this regard, would also appear to be equally visible. Whether the observed differences were due to annual variability or some survey bias remains unresolved. Results for the Shield sector were much more similar, although again the Common Goldeneye showed higher values during the earlier survey and the Black Duck count suggested a slight decline over time. Interestingly, the Mallard densities were very similar between the two surveys, suggesting that this species was not taking over the habitat left by the Black Duck.

Only the Black Duck and Ring-necked Duck seemed to frequent a wide range of lakes. Mallards occupied only a part of the ecological range covered by Black Ducks and also some wetlands not used by that species. Studies at present under way will give a much clearer assessment of habitat segregation between these two species and whether competition is a factor in habitat selection.

The systematic aerial survey has proven to be well suited to the Precambrian Shield of northern Ontario because of the relatively even distribution of the many small wetlands in which the waterfowl concentrate. There are very few large wetlands where navigation difficulties preclude satisfactory coverage. Because of this habitat pattern, it has been possible to survey a 4-km^2 plot and move to the next plot 20 km distant in the same time that it would take to cover a 20-km transect 200 m wide at 100 km/h. Costs are therefore no higher using the quadrat method rather than transects. Moreover, the method is more easily repeatable, makes habitat study easier, and allows for multiple passes when identification problems are encountered. The UTM grid system provides a ready framework for the survey data base and allows for inclusion of future counts, either by repeating blocks for population trend data or by surveying new blocks where more detailed and local information is required such as the assessment of environmental impact. Data transfers to other UTM-based systems such as the Ontario Breeding Bird Atlas can be easily accomplished.

Breeding pair surveys have also been extended into the Ontario Hudson Bay Lowlands, where brief test flights were undertaken during the springs of 1982, 1985, and 1986. The sampling regime, however, had to be changed because cost efficiency (number of indicated pairs per hour of flying time) fell steeply. This was due to the time taken in surveying very extensive amounts of apparently suitable habitat which proved, however, to support very few birds. Instead, the waterfowl were found concentrated, often quite heavily, in distinctive sites around larger water bodies; these will be sampled preferentially using plot stratification based on air photo interpretation. Work in this area will necessarily be costly given that the region is even less accessible than the Precambrian Shield, that suitable locations for fuel caching are few in this largely flooded area, and that navigation at low altitude is difficult in the flat, rather featureless terrain.

Table 3
Comparison of waterfowl densities 1973 (Dennis 1974b) and 1980–83 (present study). As different methods were employed in these two surveys, detailed comparisons are not warranted.

	Precambrian		Clay Belt	
	1973	1980–83	1973	1982–83
Canada Goose	0	0	0	0.9
Wood Duck	1.5	0	0	0.9
Green-winged Teal	1.2	3	9.7	5.3
Black Duck	27.8	21.1	31.3	11.4
Mallard	7.3	5.5	23.2	18.3
Mixed pairs	—	1.5	—	0.5
Blue-winged Teal	0	1	6.2	5.3
American Wigeon	0	0.5	17.8	0.9
Northern Shoveler	3.5	0	0	0
Pintail	0	0	1.5	0
Scaup spp.	1.2	0	0	0
Ring-necked Duck	29.4	24	12.3	18.7
American Goldeneye	25.1	16.5	27.8	9.2
Bufflehead	3.5	6.5	0	0
Hooded Merganser	13.5	11.0	3.1	7.6
Common Merganser	4.2	10.5	0	7.2
Red-breasted Merganser	0	1.5	0	0
Total	118.2	102.6	132.9	85.8

Acknowledgements
I would like to thank S.G. Curtis, D.G. Dennis, D.K. McNicol, and D.A. Welsh for their valuable advice on waterfowl and survey methods, G.E.J. Smith and B. Collins for their help on statistical aspects, and J. Kearney and B. Watson for programming and processing the data. H. Boyd provided helpful comments on a draft of this report. The following people provided excellent field assistance during the surveys: D. Fillman, M. Gawn, S. Gawn, R. Gorman, S. O'Donnell, and E. Poropat.

References
Chamberlain, E.B.; Kaczynski, C.F. 1965. Problems in aerial surveys of waterfowl in eastern Canada. US Fish and Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. No. 93. 21 pp.

Dennis, D.G. 1974a. Breeding pair surveys of waterfowl in southern Ontario. Pages 45–52 *in* Boyd, H. ed., Canadian Wildlife Service waterfowl studies in eastern Canada 1969–73. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No. 29. 106 pp.

Dennis, D.G. 1974b. Waterfowl observations during the nesting season in Precambrian and clay belt areas of north-central Ontario. Pages 53–57 *in* Boyd, H. ed., Canadian Wildlife Service waterfowl studies in eastern Canada 1969–73. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No. 29. 106 pp.

Dzubin, A. 1969. Assessing breeding populations of ducks by ground counts. Pages 178–230 *in* Saskatoon Wetlands Seminar. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser. No. 6. 262 pp.

Godfrey, W.E. 1986. The birds of Canada, rev. ed. Nat. Mus. Can. Ottawa. 595 pp.

Haapanen, A.; Nilsson, L. 1979. Breeding waterfowl populations in northern Fennoscandia. Ornis Scand. 10: 149–219.

Hansen, H.C.; Rogers, M.; Rogers, E.S. 1949. Waterfowl in the forested portions of the Canadian Pre-cambrian Shield and Paleozoic Basin. Can. Field-Nat. 65(5): 183–204.

Hill, M.O. 1979. TWINSPAN – A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Sect. of Ecol. and Syst., Cornell Univ., Ithaca. NY.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13: 131–144.

Ross, R.K. 1985. Helicopter vs. ground surveys of waterfowl in the boreal forest. Wildl. Soc. Bull. 13: 153–157.

Rowe, J.S. 1977. Forest regions of Canada. Can. For. Serv. Publ. 1300. 172 pp.

Voelzer, J.F.; Lauzon, E.Q.; Rhoades, S.L.; Norman, K.D. (eds.). 1982. Waterfowl status report 1979. US Fish and Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. No. 246. 96 pp.

Waterfowl management plan for Ontario. 1984. Ont. Min. Nat. Resour. and Can. Wildl. Serv. Unpublished.

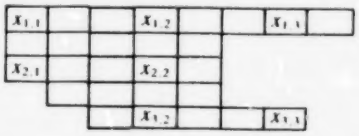
Wellein, E.G.; Lumsden, H.G. 1964. Northern forest and tundra. Pages 67–76 *in* Linduska, J.P. ed., Waterfowl tomorrow. US Fish and Wildl. Serv. 770 pp.

Appendix 1

Estimating the mean and variance from a systematic sample by G.E.J. Smith

There are few formulas in the literature for estimating the standard error of means and totals in a two-dimensional systematic sampling plan. Below, I outline an extension of formula 8.44 in Cochran (1977) that I consider appropriate for the waterfowl survey data in this paper.

Consider the following systematic sampling plan on an irregular area over which a rectangular grid has been placed. Let the count for the quadrat in the i^{th} sampled row and j^{th} sampled column be $x_{i,j}$. An example in which every second row and every third column were sampled is:



For all possible pairs of adjacent observations such as $(x_{i,j}, x_{i,j+1})$ or $(x_{i,j}, x_{i+1,j})$, calculate the squared differences $d^2 = (x_{i,j} - x_{i,j+1})^2$ and $d^2 = (x_{i,j} - x_{i+1,j})^2$, respectively. Let $T = \sum_i \sum_j d^2$ be the sum of all the squared differences and m be the number of pairs of observations. Then the variance of the mean

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j x_{i,j}$$

where n is the number of sampled quadrats, is estimated by

$$\text{var } \bar{x} = \frac{N-n}{Nn} \cdot \frac{T}{2m}$$

where N = number of quadrats (both sampled and unsampled) in the population.

In the above formula, each quadrat or block is treated as a stratum, and certain assumptions about the randomness of the underlying distribution are required. These assumptions are normally satisfied in data, such as those discussed in this paper, that do not have periodicity corresponding to the sample design.

Reference: Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. John Wiley and Sons, NY. 428 pp.

Appendix 2
TWINSPAN synthesis table for waterfowl survey data for six plots in northern Ontario (based on pseudospecies cut levels of 0 and 1.1 indicated pairs per plot)

Abundance value 1: 1 indicated pair per plot
2: > 1 indicated pair per plot

*Block assignments
Plot no. 1–21 Huntsville
22–41 Gogama
42–58 Cochrane
59–81 Hornepayne
82–98 Fort Hope
99–116 Kirkland Lake

Note that plots with no waterfowl are eliminated from the analysis.

Cahiers de biologie — **Service canadien de la faune**

Ces cahiers renferment des données et des conclusions à propos de nature à intéresser les biologistes d'autres organismes.

Also available in English

N° 168, mai 1987

Rapport provisoire sur les dénombrements de couples reproducteurs d'oiseaux aquatiques dans le nord de l'Ontario, de 1980 à 1983

par R.K. Ross[1]

Résumé

La méthode utilisée pour le dénombrement étendu, par hélicoptère, des oiseaux aquatiques reproducteurs présents dans les régions du bouclier précambrien et de la zone argileuse du nord de l'Ontario est décrite, de même que les résultats provisoires de ce recensement. Pour le bouclier précambrien, un échantillonnage systématique double a été utilisé; les unités fondamentales étaient constituées de 25 quadrats (de 2 × 2 km chacun) répartis dans chacun des carrés de 100 km² choisis sur la grille établie à l'aide de la projection MTU (Mercator Transverse Universal). La densité totale des oiseaux aquatiques dans les six carrés étudiés était assez constante (environ un équivalent-couple au kilomètre carré), mais celle de chaque espèce variait davantage. Le taux d'occupation et la densité des zones humides fluctuaient eux aussi, mais en se compensant. L'analyse de la cooccurrence des espèces dans les parcelles a montré une nette division entre les barboteurs et les plongeurs selon leur préférence pour des profondeurs d'eau différentes. Le Canard malard ou colvert (*Anas platyrhynchos*) et le Canard noir (*A. rubripes*) ont été observés dans des sous-groupes différents, ce qui témoigne de l'habitat beaucoup plus restreint du premier. Enfin, des comparaisons ont aussi été établies avec des dénombrements réalisés en 1972–1973.

Introduction

La répartition et l'abondance des oiseaux aquatiques dans les régions forestières du Nord, particulièrement dans la forêt boréale, ont fait l'objet de peu d'études jusqu'à ces dernières années. La densité des oiseaux reproducteurs y était considérée comme faible (Wellein et Lumsden, 1964) et les populations, stables en raison de l'habitat que l'on croyait statique. Les dangers que présentent les vols à basse altitude dans les régions boréales de l'est du Canada empêchaient de plus la réalisation de dénombrements détaillés. Par conséquent, les recensements nord-américains normalisés effectués annuellement depuis 1955 afin de prédire les populations automnales et de réglementer la chasse aux États-Unis ont été limités à de grands transects aériens dans les Prairies et la région boréale de l'Ouest (Voelzer *et al.*, 1982). Toutefois, les indices ainsi obtenus ne peuvent servir qu'à suivre les fluctuations dans ce secteur des effectifs d'espèces abondantes. Les données provenant des régions forestières se sont révélées très malaisées à interpréter pour les espèces difficilement dénombrables comme le Canard noir (*Anas rubripes*) et la Sarcelle à ailes vertes (*A. crecca*) (Chamberlain et Kazynski, 1965; Dennis, 1974a). Il nous faut mieux comprendre la répartition des oiseaux aquatiques dans le nord de l'Ontario et au Québec parce que ces grandes étendues contribuent d'une manière très importante aux effectifs continentaux. En l'absence de données quantitatives sur les oiseaux aquatiques reproducteurs présents dans l'Est, les gestionnaires ont dû prendre des décisions qui étaient trop fondées sur des données provenant des Prairies.

On estime que le nord de l'Ontario héberge 84 % (environ 2 millions de reproducteurs potentiels) des oiseaux aquatiques reproducteurs de la province (Waterfowl management plan for Ontario, 1984). Ce chiffre approximatif est fondé sur des études locales limitées (Hansen *et al.*, 1949; Dennis, 1974b) et sur des hypothèses. Afin de confirmer cette estimation, j'ai conçu une méthode de dénombrement (Ross, 1985) et j'ai entrepris un recensement à la fois vaste et détaillé des couples reproducteurs. Ces travaux, calqués sur une étude de Haapanen et Nilsson (1979) menée dans le nord de la Scandinavie, visent non seulement à estimer la population reproductrice et sa répartition, mais aussi à déterminer les habitats de prédilection et à étudier les structures des populations dans l'ensemble de la région. La région recensée comprend toute la forêt boréale ontarienne de même que les secteurs de la forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1977), qui sont situés dans le bouclier précambrien et où l'on retrouve d'importants éléments de la forêt boréale (voir fig. 1). Dans le présent rapport provisoire, les effectifs présents dans les quatre carrés de dénombrement s'étendant vers le nord-ouest, de Huntsville à Fort Hope, dans le bouclier précambrien exposé, sont comparés à ceux qui ont été recensés dans les deux carrés principalement centrés sur la zone argileuse. Des données sur le Huart à collier (*Gavia immer*), espèce écologiquement similaire, sont aussi incluses.

Méthodes

Régions de dénombrement

Le nord de l'Ontario a été divisé en deux régions: a) le bouclier précambrien et la zone argileuse; b) les basses terres de la baie d'Hudson. Jusqu'à maintenant, les dénombrements se sont cantonnés dans la première région. Les parcelles de dénombrement (2 × 2 km) ont été réparties dans l'ensemble de cette région selon un plan systématique en deux volets et à l'aide de la grille établie au moyen de la projection MTU, laquelle divise la région en carrés de 100 km² (sans tenir compte des convergences). Le premier carré (code 15-U-VE) a été choisi arbitrairement et couvre une partie du Lac des Bois. Chaque second carré dans chaque direction a ensuite été choisi pour autant qu'il était entièrement compris dans les limites de la province, des frontières internationales et du rebord soulevé du bouclier précambrien (comme dans Rowe, 1977). Des parcelles ont ensuite été délimitées dans chacun des 13 carrés désignés (fig. 1) comme suit: à partir du coin sud-ouest de chacun des carrés, on s'arrête à tous les 20 km dans les directions nord et est, ce qui donne une nouvelle

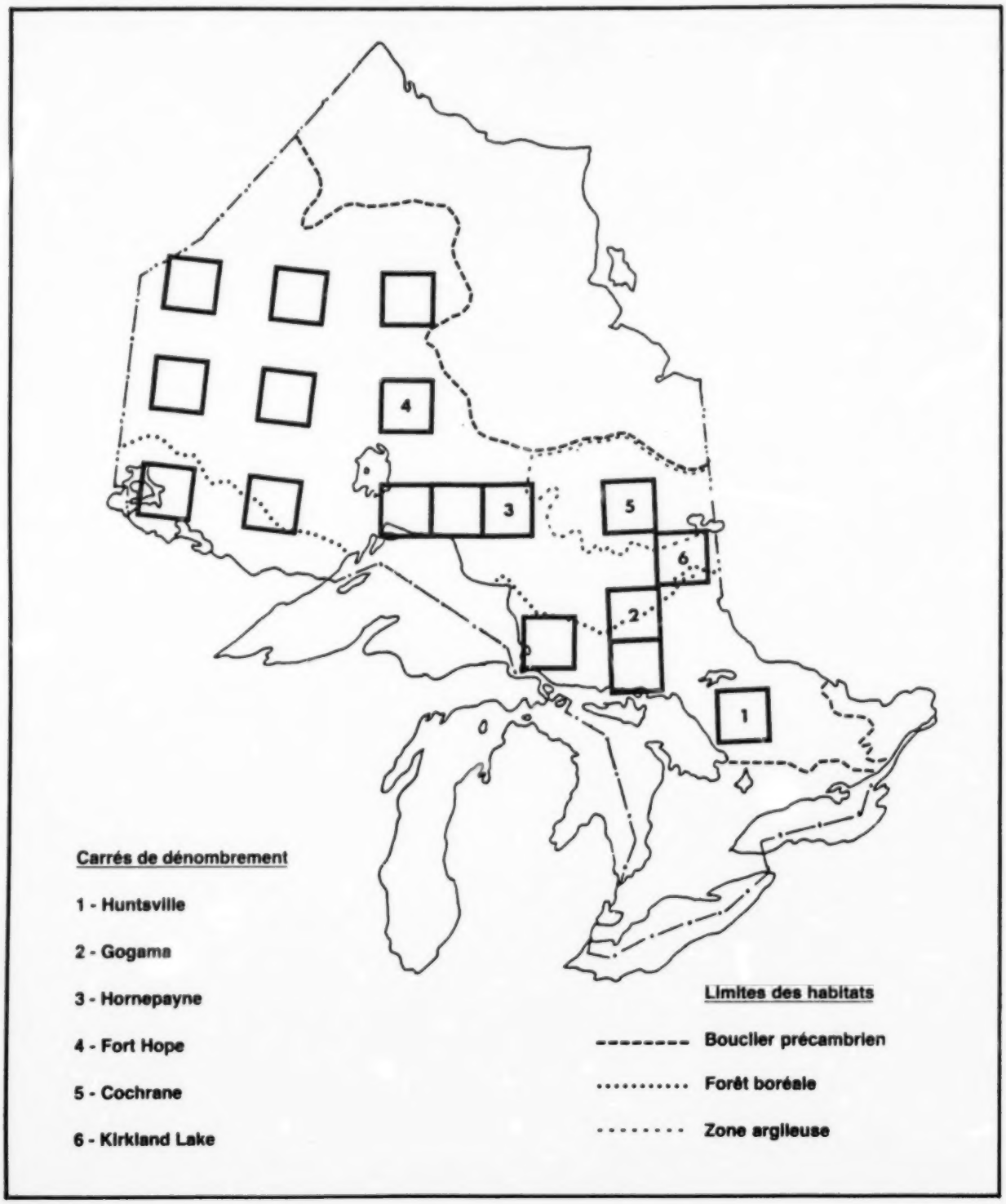
[1] SCF, région de l'Ontario, Ottawa (Ontario) K1A 0E7.

Canada

Environnement Canada — Environment Canada

Service canadien de la faune — Canadian Wildlife Service

Figure 1
Carte de l'Ontario montrant les limites des habitats et l'emplacement des carrés de dénombrement dans le bouclier précambrien



grille de 25 parcelles par carré. Lorsque des dénombrements locaux ont été nécessaires pour d'autres études, comme celle des pluies acides, d'autres carrés ont été retenus à partir de la même grille.

Méthodes sur le terrain

Les méthodes décrites en détail par Ross (1985) sont résumées ci-dessous. Les dénombrements ont été effectués à partir d'un hélicoptère Bell 206 B équipé d'un réservoir d'appoint et de coupoles d'observation à l'arrière. Celles-ci, qui font saillie d'environ 25 cm, procurent une bien meilleure visibilité aux observateurs.

Un observateur installé dans le fauteuil de passager à l'avant de l'appareil jouait le rôle de navigateur, notait les données et avertissait ses collègues lorsque des oiseaux étaient repérés. Les collègues occupaient les coupoles de l'arrière et signalaient au navigateur les oiseaux aquatiques observés, à l'aide d'un interphone. L'espèce, le sexe, le nombre d'individus présents et l'endroit exact où ils étaient observés ont été notés directement sur une feuille d'acétate recouvrant les photographies aériennes et sur laquelle les limites des parcelles avaient été tracées. L'appareil a survolé toutes les zones humides de chacune des parcelles d'étude en descendant jusqu'à 20 m au-dessus du sol, en adoptant une position stationnaire et en volant à des vitesses allant jusqu'à 100 km/h. Certains endroits ont été survolés à plusieurs reprises parce que l'on y soupçonnait la présence d'oiseaux ou lorsque le sexe et l'espèce de certains n'avaient pu être établis la première fois. Étant donné que les zones humides du bouclier ontarien sont habituellement peu étendues et clairement délimitées, elles ont pu être explorées entièrement le long des rives plutôt que le long de transects.

Dans le rapport, "zone humide" s'entend de toute étendue d'eau visible sur une photographie aérienne (échelle de 1/15 840). Les documents les plus récents ont été utilisés même s'ils dataient parfois de dix ans. Habituellement, les diverses nappes d'eau stagnante (lacs, étangs, bourbiers) étaient faciles à repérer. Lorsqu'elles avaient une forme irrégulière ou qu'elles se présentaient en chapelet le long d'un talweg, elles ont toutes été délimitées par un émissaire clairement visible. Les cours d'eau étaient habituellement considérés comme des zones humides distinctes à moins qu'ils ne fussent très petits. Dans ces cas, on jugeait qu'ils faisaient partie du lac ou de l'étang le plus rapproché auquel ils étaient associés. Les petits cours d'eau reliés entre eux ont été répartis entre les étendues d'eau stagnante avec lesquelles ils communiquaient. Parfois, les zones humides avaient évolué ou de nouvelles avaient été créées par les castors depuis la prise de la photographie; tous les changements ont été notés, et la nouvelle ligne de rivage esquissée sur les photos aériennes au cours du dénombrement.

Période de dénombrement

Les dénombrements ont été réalisés au cours d'une période de temps limitée dite "période de dénombrement", durant laquelle la plupart des reproducteurs locaux avaient entrepris la nidification. Cette période commence une fois les migrateurs passés et avant le départ des mâles au cours de la période d'incubation (comme dans Dzubin, 1969 et Dennis, 1974a). On ne connaît pas bien la durée de cette période dans le nord de l'Ontario étant donné qu'aucune étude phénologique détaillée n'y a été réalisée. Pour le recensement, je l'ai fixée, par souci de prudence, à la brève période de deux semaines qui débute une semaine après le déglacement des zones humides les plus petites (< 10 ha), qui se produit normalement dans la première quinzaine de mai. Pour les carrés situés plus au nord, il faut veiller à procéder au dénombrement au bon moment, car les oiseaux s'y reproduisent plus tard et les probabilités sont plus grandes de rencontrer des migrateurs remontant encore plus loin au nord, mais bloqués dans ces secteurs par le mauvais temps. Comme un seul vol de dénombrement était effectué, il n'était pas toujours possible de recenser chaque espèce lors de la période de dénombrement idéale. Les estimations de la densité de la population pour les espèces nichant plus tard dans la saison, particulièrement le Morillon à collier (*Aythya collaris*), peuvent se révéler moins précises étant donné que ces oiseaux se reproduisent presque un mois après les autres, même si leur migration semblait terminée avant le début des vols de dénombrement.

Les six carrés étudiés ont été survolés aux dates suivantes: Hornepayne — les 15 et 16 mai 1980; Huntsville — les 5 et 6 mai 1981; Gogama — les 8 et 10 mai 1981; Cochrane — le 19 mai 1982; Kirkland Lake — le 22 mai 1983; Fort Hope — les 26 et 27 mai 1983.

Carrés recensés

En raison de la courte période de dénombrement et de notre budget limité, de 4 à 6 carrés seulement ont pu être inventoriés chaque année. Les 13 carrés désignés et les 4 autres supplémentaires ont été recensés entre 1980 et 1984 inclusivement (voir fig. 1).

Analyse

Les résultats sont exprimés en nombre d'"équivalents-couples" par espèce; pour les oiseaux aquatiques dimorphes, cette donnée est tirée de l'observation du nombre de mâles seuls, de couples et de mâles dans une volée de cinq mâles ou moins (comme dans Dzubin, 1969). Étant donné que le sexe des Canards noirs ne pouvait habituellement pas être déterminé sur le terrain, des estimations des équivalents-couples ont été préparées à l'aide des proportions de chaque sexe observées chez une espèce très proche, le Canard malard (*Anas platyrhynchos*) (comme dans Dennis, 1974a). Pour y parvenir, on a procédé à la régression multiple qui suit en utilisant toutes les données de dénombrement des couples reproducteurs disponibles pour les zones humides de l'Ontario où l'on trouve des Canards malards.

$$Y = 0{,}0700 + 0{,}632\,X_1 + 1{,}1166\,X_2 + 0{,}7398\,X_3$$

$$R^2 = 0{,}9577,\ p < 0{,}00001$$

où Y = le nombre d'équivalents-couples de Canards malards
X_1 = le nombre de Canards malards seuls
X_2 = le nombre de volées de deux Canards malards
X_3 = le nombre de Canards malards dans les volées comptant de 3 à 10 oiseaux

On peut ensuite calculer le nombre d'équivalents-couples de Canards noirs en remplaçant les données sur les Canards

Tableau 1
Paramètres des communautés d'oiseaux aquatiques de six carrés de dénombrement du nord de l'Ontario

	Grands Lacs – Saint-Laurent		Forêt boréale – bouclier précambrien		Forêt mixte	Forêt boréale – zone argileuse
	Carré 1 Huntsville	Carré 2 Gogama	Carré 3 Hornepayne	Carré 4 Fort Hope	Carré 6 Kirkland L.	Carré 5 Cochrane
Densité totale des reproducteurs (équivalents-couples/100 km²)	99,8	97,4	107,8	75,0	89,4	82,2
Équivalents-couples par zone humide	0,69	1,07	1,40	0,84	0,85	1,35
N^bre de zones humides/100 km²	144	91	77	89	106	61
Taux d'occupation des zones humides	33,3	39,6	55,8	36,0	33,3	49,2
N^bre total d'espèces	9	8	11	9	10	10
Diversité	1,84	1,87	2,08	1,91	2,08	1,99
Uniformité	0,84	0,90	0,87	0,87	0,90	0,87

Tableau 2
Densité des reproducteurs selon l'espèce de canard, d'oie et de huart dans six carrés de dénombrement du nord de l'Ontario (mai 1980–1983)

	Grands Lacs – Saint-Laurent				Forêt boréale – bouclier précambrien				Forêt mixte		Forêt boréale – zone argileuse	
	Carré 1 Huntsville		Carré 2 Gogama		Carré 3 Hornepayne		Carré 4 Fort Hope		Carré 6 Kirkland L.		Carré 5 Cochrane	
	É.-C.*	É.-T.	É.-C.	É.-T.	É.-C.	É.-T.	É.-C.	É.-T.	É.-C.	É.-T.	É.-C.	É.-T.
Huart à collier (*Gavia immer*)	11,0	4,34	21,0	5,04	17,0	4,65	16,0	6,02	9,3	3,1	2,0	1,36
Bernache du Canada (*Branta canadensis*)	—	—	—	—	—	—	4,0	1,93	—	—	1,0	0,79
Canard huppé (*Aix sponsa*)	1,0	0,96	—	—	—	—	—	—	0,9	1,03	1,0	1,11
Sarcelle à ailes vertes (*Anas crecca*)	4,0	2,36	2,0	1,47	4,0	1,76	4,0	2,22	6,5	3,46	4,0	2,67
Canard noir (*Anas rubripes*)	30,8	6,71	18,4	5,34	23,8	7,71	3,0	2,06	12,6	3,69	10,2	2,83
Canard malard (*Anas platyrhynchos*)	14,0	4,94	5,0	2,61	6,0	2,78	10,0	3,20	15,7	3,93	21,0	8,83
Couples mixtes (malard – noir)	—	—	2,0	1,37	1,0	1,11	—	—	0,9	0,89	—	—
Sarcelle à ailes bleues (*Anas discors*)	3,0	2,22	—	—	2,0	1,47	—	—	4,6	3,68	6,0	5,64
Canard siffleur d'Amérique (*Anas americana*)	—	—	—	—	1,0	0,96	—	—	1,9	1,46	—	—
Morillon à collier (*Aythya collaris*)	19,0	7,73	27,0	9,81	21,0	6,44	15,0	5,64	19,4	6,71	18	9,76
Garrot commun (*Bucephala clangula*)	—	—	14,0	3,93	19,0	4,82	11,0	7,23	7,4	3,5	11,0	3,60
Petit garrot (*B. albeola*)	2,0	1,47	6,0	4,38	7,0	4,45	1,0	1,11	—	—	—	—
Bec-scie couronné (*Lophodytes cucullatus*)	16,0	5,64	14,0	5,73	8,0	3,81	—	—	11,1	5,19	4,0	2,08
Grand Bec-scie (*Mergus merganser*)	10,0	3,56	9,0	2,67	12,0	3,34	22,0	8,95	8,33	4,13	6,0	2,42
Bec-scie à poitrine rousse (*M. serrator*)	—	—	—	—	3,0	2,89	5,0	4,52	—	—	—	—
Total des oiseaux aquatiques	99,8	19,49	97,4	19,65	107,8	21,32	75,0	19,24	89,4	20,91	82,2	26,57

*É.-C. = équivalents-couples par 100 km².

malards par celles sur les Canards noirs dans l'équation. On a supposé que les zones humides qui ne comptaient aucun Canard noir ($X_1 = X_2 = X_3 = 0$) n'hébergeaient aucun équivalent-couple ($Y = 0$); en d'autres mots, l'équation n'était pas utilisée dans ces cas.

Le Huart à collier est lui aussi monomorphe. Étant donné que cette espèce est très territoriale, les équivalents-couples ont été calculés selon les observations d'oiseaux solitaires ou de paires d'oiseaux où les deux membres étaient très rapprochés. Pour la Bernache du Canada (*Branta canadensis*), un équivalent-couple a été dénombré chaque fois qu'un individu, qu'un couple ou qu'une volée de trois oiseaux était observé; on n'a pas tenu compte des groupes plus importants parce qu'ils étaient probablement constitués en grande partie d'immatures âgés d'un an ou deux.

La densité des oiseaux reproducteurs est exprimée en nombre d'équivalents-couples par 100 km^2; elle s'accompagne d'une estimation de l'écart-type calculé à l'aide d'une formule mise au point par G.E.J. Smith pour les échantillons systématiques (voir l'annexe 1).

Résultats

Les tableaux 1 et 2 donnent la densité des oiseaux reproducteurs dans les six carrés (localisés à la fig. 1). Quatre d'entre eux sont situés dans le bouclier précambrien exposé, le long d'un axe N.-O./S.-E. Deux de ces derniers (Huntsville et Gogama) se trouvent principalement dans la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1977), tandis que les carrés de Hornepayne et de Fort Hope sont dans la région forestière boréale. Le carré de Cochrane est entièrement situé dans la zone argileuse boréale, tandis que celui de Kirkland Lake chevauche la forêt boréale (zone argileuse et bouclier exposé) et la forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent (une petite partie de la zone argileuse).

Caractéristiques des communautés

La densité totale des oiseaux aquatiques (tableau 1) était dans l'ensemble faible, quoique assez semblable d'un carré à l'autre, et les écarts-types, proportionnellement élevés. La densité la moins grande a été observée dans le carré le plus au nord (Fort Hope), même s'il ne s'agissait pas là d'une différence statistique par rapport aux autres communautés dont l'uniformité (Pielou, 1966) ne variait d'ailleurs pas beaucoup d'un carré à l'autre, ce qui signifie que les espèces étaient à peu près partout aussi abondantes. Ce fait n'est pas du tout surprenant étant donné la similarité générale des habitats. La diversité des oiseaux aquatiques (Shannon–Weiner) et le nombre d'espèces différaient davantage et étaient particulièrement grands dans les carrés situés près de la limite entre la zone argileuse et le bouclier exposé (Hornepayne et Kirkland Lake), ou à cheval sur ces deux secteurs.

D'après le pourcentage d'occupation des zones humides, le nombre de zones humides par carré et le nombre d'équivalents-couples par zone humide, il était évident que les aires de répartition étaient plus étendues. Il existe une corrélation négative significative entre le nombre de zones humides et le pourcentage d'occupation ($R_s = -0{,}84$, $p < 0{,}05$). Seule une étude plus détaillée de l'habitat comme celle qui est en cours permettra d'évaluer l'importance de cette relation. Il semble que le nombre de zones humides propices à la reproduction des oiseaux aquatiques soit plus constant que le nombre total de zones humides dans chaque carré.

Abondance des diverses espèces

Le Huart à collier était modérément répandu dans les carrés du bouclier, particulièrement sur les grands lacs; c'est dans le carré de Gogama qu'il a été le plus observé (21 couples par 100 km^2) et dans le carré de Huntsville, qu'il a été le moins (11 couples par 100 km^2). Il était beaucoup moins abondant dans la zone argileuse.

La Bernache du Canada n'a été vue qu'en petits nombres et que dans les carrés les plus au nord, près des basses terres de la baie d'Hudson (Fort Hope, Cochrane).

Des couples isolés de Canards huppés (*Aix sponsa*) ont été notés dans les carrés de Huntsville, de Kirkland Lake et de Cochrane. Les observations dans les deux derniers carrés étaient au nord de l'aire normale de reproduction de l'espèce (Godfrey, 1986).

La Sarcelle à ailes vertes n'a été observée que rarement, mais d'une manière assez uniforme dans l'ensemble des six carrés, et habituellement dans des marais plus anciens où l'on trouve de nombreux arbres morts.

Le Canard noir était l'une des espèces les plus répandues dans les trois carrés orientaux du bouclier; beaucoup moins d'individus ont été observés dans le carré de Fort Hope qui est tout près de la limite nord-ouest de son aire de répartition. Ils étaient aussi moins nombreux dans les carrés situés sur la zone argileuse.

Le Canard malard était plus nombreux que le Canard noir dans le carré de Fort Hope et dans ceux de la zone argileuse, mais beaucoup moins nombreux que lui dans les trois carrés orientaux du bouclier. Des couples vraisemblablement mixtes (de noirs et de malards) ont été observés dans trois carrés (Gogama, Hornepayne, Kirkland Lake).

La Sarcelle à ailes bleues (*Anas discors*) a été observée en petits nombres dans deux carrés du bouclier (Huntsville et Hornepayne) et dans les deux de la zone argileuse. Elle semble plus fréquente dans la zone argileuse, probablement en raison de la plus grande proportion de terres cultivées qu'on y trouve.

Le Canard siffleur d'Amérique (*A. americana*) a été observé dans les carrés de Hornepayne et de Kirkland Lake, mais seulement dans les habitats les plus productifs et toujours en compagnie d'autres oiseaux aquatiques.

Le Morillon à collier était l'une des espèces les plus abondantes dans tous les carrés et a été noté dans tout un éventail d'habitats. Les estimations de l'écart-type étaient plus élevées pour cette espèce que pour la plupart des autres espèces étant donné qu'elle a l'habitude de se rassembler en volées avant la nidification.

Le Garrot commun (*Bucephala clangula*) était assez répandu dans tous les carrés sauf celui de Huntsville où il n'a pas été vu. Il semble un peu moins fréquent dans la zone argileuse qu'il ne l'est dans le bouclier.

Le Petit garrot (*B. albeola*) était rare puisqu'il n'a été observé que dans les carrés du bouclier.

Le Bec-scie couronné (*Lophodytes cucullatus*) a été vu en

Figure 2
Classement, à l'aide du programme TWINSPAN, des espèces d'oiseaux aquatiques les plus répandues dans le nord de l'Ontario selon leur similarité écologique (fondée sur les cooccurrences observées dans les parcelles de dénombrement)

nombres modérés dans le carré de Huntsville. Plus le carré était situé au nord et à l'ouest, plus la densité des oiseaux reproducteurs diminuait ($R_s = -0{,}9$; $p < 0{,}05$). Aucun n'a été observé dans le carré de Fort Hope.

Le Grand Bec-scie (*Mergus merganser*) était assez commun dans les trois carrés orientaux du bouclier et un peu moins dans le zone argileuse. Beaucoup plus d'individus ont été vus dans le carré de Fort Hope même si l'écart-type de l'estimation était très élevé.

Le Bec-scie à poitrine rousse (*M. serrator*) a été observé en petits nombres dans les deux carrés occidentaux et toujours sur de grands lacs.

Associations d'espèces

Les relations entre les cooccurrences des dix espèces d'oiseaux aquatiques les plus répandues et du Huart à collier ont été analysées à l'aide d'un indice à double entrée (TWINSPAN, Hill, 1979), lequel a permis de construire un tableau ordonné à double entrée (annexe 2) où les parcelles sont classées selon le degré de similarité de l'avifaune aquatique, déterminé par l'analyse des correspondances. Par la suite, les espèces ont pu être regroupées selon leur degré de cooccurrence et donc de similarité écologique (les résultats sont résumés à la fig. 2). Comme prévu, il en est ressorti essentiellement deux catégories: les plongeurs et les barboteurs. Même si l'analyse des habitats n'est pas encore terminée, il semble que cette division témoigne de la préférence des plongeurs pour les lacs profonds et de celle des barboteurs pour les lacs peu profonds à végétation émergente. Le groupe des plongeurs se subdivise pour donner d'une part le Huart à collier et d'autre part la tribu des *Mergini*, probablement en raison de la préférence du huart pour les grandes étendues d'eau. Au sein du groupe des barboteurs et des canards de baie, le Morillon à collier et le Canard noir se distinguent des autres par leur présence dans un plus large éventail d'habitats (voir la répartition des occurrences à l'annexe 2). Les deux sarcelles, le Canard malard et le Canard huppé forment un sous-groupe distinct, aux préférendums plus étroits. Il convient de souligner que les Canards malard et noir se retrouvent dans deux sous-groupes différents, le noir occupant actuellement des habitats beaucoup plus variés même si certains malards ont été observés dans des habitats d'où l'autre était absent (annexe 2). Un grand nombre de ces zones humides ont subi l'influence de l'agriculture.

Discussion

Ce dénombrement a montré que les oiseaux aquatiques se reproduisaient en général d'une manière assez constante, mais en petits nombres (environ un équivalent-couple au kilomètre carré) dans les régions du bouclier exposé et de la zone argileuse étudiées jusqu'à maintenant. Le pourcentage global d'occupation et la densité des zones humides étaient beaucoup plus variables, mais se compensaient de façon à produire une densité des oiseaux reproducteurs dans l'ensemble uniforme, même si les données pouvaient varier considérablement d'une espèce à l'autre.

Dans le tableau 3, les résultats de l'étude sont comparés à ceux des travaux antérieurs de Dennis (1974b), dans le bouclier et la zone argileuse, qui avait recensé au sol un échantillon stratifié des parcelles accessibles (de 0,5 mille carré chacune). Afin de disposer de données comparables, j'ai établi la moyenne des résultats des carrés de Kirkland Lake et de Cochrane pour la zone argileuse, et de ceux de Gogama et de Hornepayne pour le bouclier. Dans le cas de la zone argileuse, la densité totale des oiseaux aquatiques reproducteurs était plus élevée de 55 % au recensement antérieur, ce qui est en partie attribuable à la grande quantité de Canards noirs observés à cette époque et dont le nombre a diminué d'une manière marquée au cours des dernières années. Les autres baisses majeures concernaient le Canard siffleur d'Amérique et le Garrot commun dont les populations ne semblent toutefois pas connaître un déclin général. Le Garrot commun peut être dénombré tout aussi bien des airs que du sol (Voss, 1985) et le Canard siffleur d'Amérique, même s'il n'a pas été étudié à cet égard, serait de même aussi visible du sol que des airs. Les différences observées pourraient donc tout aussi bien être dues à des variations annuelles qu'à des erreurs systématiques encore inexpliquées des méthodes de dénombrement. Les résultats pour le secteur du bouclier étaient beaucoup plus similaires même si on a encore une fois observé que les Garrots communs étaient plus nombreux au premier recensement et que la population de Canards noirs semblait avoir décliné un peu. Fait intéressant, les densités de Canards malards des deux études étaient très similaires, ce qui laisse croire que cette espèce ne s'empare pas de l'habitat délaissé par le Canard noir.

Seuls le Canard noir et le Morillon à collier semblaient fréquenter un large éventail de lacs. Le Canard malard n'occupe qu'une partie seulement de la niche écologique du Ca-

Tableau 3
Comparaison des densités des oiseaux aquatiques de 1973 (Dennis, 1974b) et de 1980–1983 (présente étude). En raison du recours à des méthodes différentes, on évitera toute comparaison détaillée.

	Bouclier précambrien		Zone argileuse	
	1973	1980–83	1973	1982–83
Bernache du Canada	0	0	0	0,9
Canard huppé	1,5	0	0	0,9
Sarcelle à ailes vertes	1,2	3	9,7	5,3
Canard noir	27,8	21,1	31,3	11,4
Canard malard	7,3	5,5	23,2	18,3
Couples mixtes	—	1,5	—	0,5
Sarcelle à ailes bleues	0	1	6,2	5,3
Canard siffleur d'Amérique	0	0,5	17,8	0,9
Canard souchet	3,5	0	0	0
Canard pilet	0	0	1,5	0
Petit et Grand Morillons	1,2	0	0	0
Morillon à collier	29,4	24	12,3	18,7
Garrot commun	25,1	16,5	27,8	9,2
Petit Garrot	3,5	6,5	0	0
Bec-scie couronné	13,5	11,0	3,1	7,6
Grand Bec-scie	4,2	10,5	0	7,2
Bec-scie à poitrine rousse	0	1,5	0	0
Total	118,2	102,6	132,9	85,8

nard noir de même que certaines zones humides non utilisées par celui-ci. Les études en cours nous permettront d'avoir une idée beaucoup plus précise de la façon dont ces deux espèces se partagent les habitats et de déterminer si la concurrence constitue un facteur dans la sélection de l'habitat.

Le dénombrement aérien systématique s'est révélé un outil bien adapté au bouclier précambrien du nord de l'Ontario étant donné que les nombreuses zones humides de faible superficie où se concentrent les oiseaux aquatiques y sont réparties d'une manière à peu près égale. En effet, il s'en trouve très peu qui soient suffisamment vastes pour que les difficultés de navigation empêchent un dénombrement satisfaisant. Ce type d'habitat nous a permis de recenser une parcelle de 4 km^2 et de passer à la suivante à une distance de 20 km dans le temps nécessaire pour inventorier un transect d'une longueur de 20 km et d'une largeur de 200 m à la vitesse de 100 km/h. La méthode des quadrats n'est donc pas plus coûteuse que celle des transects. De plus, ce genre de dénombrement est moins difficile à répéter, ce qui facilite d'autant l'étude des habitats et permet de survoler à plusieurs reprises le même secteur lorsque des problèmes d'identification se présentent. Le recours à la grille établie à l'aide de la projection MTU fournit dès le départ un cadre pour les données de dénombrement et permet des recensement ultérieurs, sur les mêmes carrés afin d'établir l'évolution des effectifs, ou sur de nouveaux carrés lorsque des renseignements locaux et plus detaillés sont requis comme c'est le cas pour les études d'impact. Enfin, les données peuvent ainsi être facilement transférées dans d'autres systèmes utilisant la projection MTU comme celui de l'Atlas des oiseaux reproducteurs de l'Ontario.

Les dénombrements de couples reproducteurs ont aussi été étendus aux basses terres de la baie d'Hudson situées en Ontario; de brefs vols d'essai y ont été réalisés au cours des printemps de 1982, 1985 et 1986. Le plan d'échantillonnage a toutefois dû être changé en raison d'une chute abrupte de la rentabilité (nombre d'équivalents-couples par heure de vol). Ce problème était dû au temps requis pour recenser de très vastes habitats apparemment propices, mais qui n'hébergeaient toutefois que très peu d'oiseaux aquatiques. Ces derniers étaient plutôt concentrés—et souvent d'une manière assez importante—dans des lieux précis autour des grandes étendues d'eau; ceux-ci seront échantillonnés en priorité au moyen d'une stratification des parcelles fondée sur l'interprétation des photographies aériennes. Les travaux dans cette région seront nécessairement coûteux étant donné qu'elle est encore moins accessible que ne l'est le bouclier précambrien, que les endroits convenables et sûrs pour entreposer le combustible sont rares dans ce secteur largement inondé, et que la navigation à basse altitude est difficile en raison du relief plat et inexpressif.

Remerciements

Je voudrais remercier S.G. Curtis, D.G. Dennis, D.K. McNicol et D.A. Welsh pour leurs précieux conseils sur les oiseaux aquatiques et sur les méthodes de dénombrement, G.E.J. Smith et B. Collins pour leur aide dans le domaine de la statistique, de même que J. Kearney et B. Watson pour la programmation et le traitement des données. Les observations de H. Boyd sur le premier jet du présent rapport m'ont été utiles. Enfin, D. Fullman, M. Gawn, S. Gawn, R. Gorman, S. O'Donnell et E. Poropat m'ont beaucoup aidé sur le terrain.

Bibliographie

Chamberlain, E.B.; Kaczynski, C.F. 1965. Problems in aerial surveys of waterfowl in eastern Canada. US Fish and Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. No. 93. 21 pp.

Dennis, D.G. 1974a. Breeding pair surveys of waterfowl in southern Ontario. Pages 45 à 52 *dans* Boyd, H. réd. Étude sur les oiseaux aquatiques de l'est du Canada, 1969–1973. Serv. can. de la faune. Série de rapp. n° 29. 106 pp.

Dennis, D.G. 1974b. Waterfowl observations during the nesting season in Precambrian and clay belt areas of north-central Ontario. Pages 53 à 57 *dans* Boyd, H. réd., Étude sur les oiseaux aquatiques de l'est du Canada, 1969–1973. Serv. can. de la faune. Série de rapp. n° 29. 106 pp.

Dzubin, A. 1969. Assessing breeding populations of ducks by ground counts. Pages 178 à 230 *dans* Saskatoon Wetlands Seminar. Serv. can. de la faune. Série de rapp. n° 6. 262 pp.

Godfrey, W.E. 1986. Les oiseaux du Canada. Éd. rév. Musées nationaux du Canada. 650 pp.

Haapanen, A.; Nilsson, L. 1979. Breeding waterfowl populations in northern Fennoscandia. Ornis Scand. 10: 149–219.

Hansen, H.C.; Rogers, M.; Rogers, E.S. 1949. Waterfowl in the forested portions of the Canadian Pre-cambrian Shield and Paleozoic Basin. Can. Field-Nat. 65(5): 183–204.

Hill, M.O. 1979. TWINSPAN – A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Sect. of Ecol. and Syst., Cornell Univ., Ithaca. NY.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. 13: 131–144.

Ross, R.K. 1985. Helicopter vs. ground surveys of waterfowl in the boreal forest. Wildl. Soc. Bull. 13: 153–157.

Rowe, J.S. 1972. Les régions forestières du Canada. Serv. can. des forêts. Publication n° 1300F. 172 pp.

Voelzer, J.F.; Lauzon E.Q.; Rhoades, S.L.; Norman, K.D. (réd.). 1982. Waterfowl status report 1979. US Fish and Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. No. 246. 96 pp.

Waterfowl management plan for Ontario. 1984. Min. des Rich. nat. de l'Ont. et Serv. can. de la faune. Inédit.

Wellein, E.G.; Lumsden, H.G. 1964. Northern forest and tundra. Pages 67 à 76 *dans* Linduska, J.P. réd., Waterfowl tomorrow. US Fish and Wildl. Serv. 770 pp.

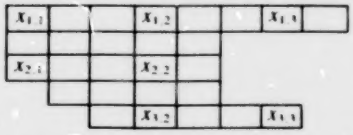
Annexe 1

Estimation de la moyenne et de la variance à partir d'un échantillon systématique

par G.E.J. Smith

Il existe peu de formules pour l'estimation de l'écart-type des moyennes et des totaux pour un plan d'échantillonnage systématique bidimensionnel. On trouvera ci-dessous la description d'une extension de la formule 8.44 de Cochran (1977) que nous considérons comme appropriée pour les données de dénombrement des oiseaux aquatiques de la présente étude.

Considérons le plan d'échantillonnage systématique suivant pour une zone de forme irrégulière qui serait subdivisée par une grille rectangulaire. Établissons au départ que le nombre relevé dans le quadrat de la i^e rangée échantillonnée et de la j^e colonne échantillonnée est $x_{i,j}$. Suit un exemple de cette méthode où un dénombrement est effectué à toutes les deux rangées et toutes les trois colonnes:



Pour chacune des paires possibles d'observations adjacentes telles que $(x_{i,j}, x_{i,j+1})$ ou $(x_{i,j}, x_{i+1,j})$, nous calculons les différences au carré,

$d^2 = (x_{i,j} - x_{i,j+1})^2$ et $d^2 = (x_{i,j} - x_{i+1,j})^2$. Soit $T = \sum_i \sum_j d^2$, la somme de toutes les différences au carré, et m le nombre de paires d'observations. La variance de la moyenne,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j x_{i,j}$$

(où n est le nombre de quadrats échantillonnés) est estimée de la façon suivante:

$$\text{var } \bar{x} = \frac{N-n}{Nn} \cdot \frac{T}{2m}$$

(où N est le nombre de quadrats, échantillonnés et non échantillonnés, au sein de la population).

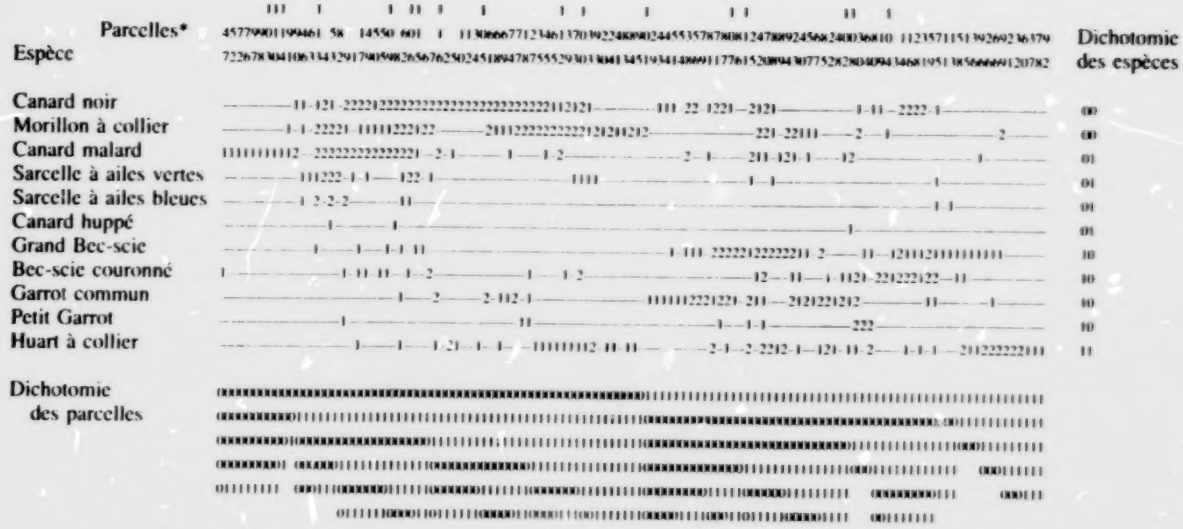
Dans cette formule, chaque quadrat est traité comme une strate, et certaines hypothèses concernant le caractère aléatoire de la distribution sont requises. Habituellement, les données, comme celles dont on discute dans le présent document, qui n'ont pas une périodicité correspondant à celle du plan d'échantillonnage satisfont à ces hypothèses.

Référence: Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques. John Wiley and Sons, NY. 428 pp.

Annexe 2

Tableau de synthèse TWINSPAN pour les données de dénombrement des oiseaux aquatiques de six parcelles du nord de l'Ontario (fondé sur des niveaux de démarcation des pseudo-espèces de 0 et 1,1 équivalent-couple par parcelle)

Indice d'abondance 1: 1 équivalent-couple par parcelle
2: > 1 équivalent-couple par parcelle



*Affectation des carrés

N° de la parcelle:		
	1–21	Huntsville
	22–41	Gogama
	42–58	Cochrane
	59–81	Hornepayne
	82–98	Fort Hope
	99–116	Kirkland Lake

À remarquer que les parcelles ne comptant aucun oiseau aquatique sont éliminées de l'analyse.